

**Printed circuit board comprising rigid and flexible parts and process for manufacturing the same.**

**Publication number:** DE4103375

**Publication date:** 1992-06-11

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**

- **International:** B32B27/04; H05K3/00; B32B27/04; H05K3/00; (IPC1-7): B32B27/04; B32B27/38; H05K1/00; H05K1/03; H05K3/00

- **european:** B32B27/04; H05K3/00J

**Application number:** DE19914103375 19910205

**Priority number(s):** DE19914103375 19910205

**Also published as:**

EP0498043 (A)  
EP0498043 (A)

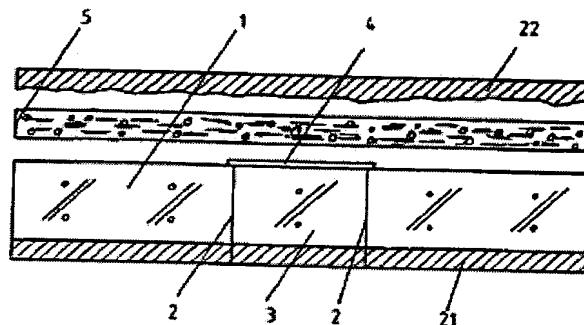
[Report a data error](#) [he](#)

Abstract not available for DE4103375

Abstract of corresponding document: EP0498043

A printed circuit board comprising rigid and flexible parts contains not only the rigid layer or layers, but a layer of temperature-resistant woven fabric or paper which is coated and impregnated with flexible cured synthetic resin and which is both a composite film and the substrate for the conductor patterns in the flexible part of the printed circuit board. The essence of the process for manufacturing the printed circuit board is that, in each of the parts which are to be of flexible construction, a filler piece (3) is punched out of the rigid layer or layers (1) before laminating the single layer composite, the filler piece (3) being identical to said part in its dimensions, and is then immediately reinserted as an exact fit in the punching window by the reverse procedure and then a nonwoven fabric coated and impregnated with synthetic resin or the paper prepared in this way is placed as a prepreg (5) directly and over the entire surface of the rigid single layer (1) on the circuit side. In this process, the adhesion of the prepreg (5) is prevented in the future flexible regions by a previously applied release layer (4) on the rigid layer. This is followed by coating the prepreg (5) with the ductile copper foil (22), the forming of the conductor patterns (24) and the removal of the filler piece (3) in the flexible part of the rigid single layer (1).

**Fig. 1**



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) **DE 41 03 375 C 1**

(51) Int. Cl. 5:  
**H 05 K 1/00**

H 05 K 1/03  
H 05 K 3/00  
B 32 B 27/38  
B 32 B 27/04  
// B32B 27/10, 27/12,  
27/30, 27/42, C08J  
5/18, C08L 79:08,  
C08J 5/24, 5/12

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Fa. Carl Freudenberg, 6940 Weinheim, DE

(72) Erfinder:

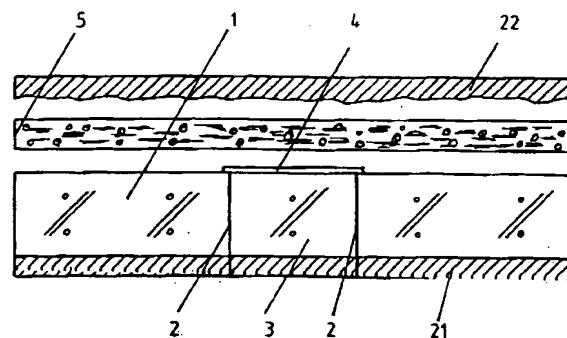
Kober, Horst, 6940 Weinheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

EP 04 08 773 A1  
EP 02 17 311 A2

(54) Starr-flexible Leiterplatte und Verfahren zu ihrer Herstellung

(57) Es wird eine starr-flexible Leiterplatte angegeben, bei der die Leiterstrukturen tragenden starren und flexiblen Lagen mittels einer Verbundfolie verklebt sind, wobei anstelle der separaten Verbundfolien und der flexiblen Lagen nur eine Lage aus mit temperaturbeständigem Hartsystem imprägniertem, ausgehärtetem Vliesstoff oder Papier vorgesehen ist, wobei dieser sowohl die Funktion der flexiblen Lage als auch der Verbundfolie übernimmt. Das Herstellungsverfahren besteht darin, daß am jeweils flexibel zu gestaltenden Bereich aus den starren Lagen (1) vor dem Laminieren ein in seinen Abmessungen mit diesem Bereich identisches Füllstück (3) herausgestanzt und sogleich danach wieder eingesetzt wird, daß anschließend ein Vliesstoff- oder Papier-Prepreg direkt und vollflächig schaltungsseitig auf die gesamte starre Einzellage aufgelegt wird und anschließend das Belegen des Prepregs (5) mit der Kupferfolie (22), das Formen der Leiterbilder (24) und das Entfernen des Füllstücks (3) im flexiblen Bereich der starren Einzellage erfolgen.



DE 41 03 375 C 1

Die Erfindung betrifft eine starr-flexible Leiterplatte, bei der die Leiterstrukturen tragenden starren und flexiblen Lagen mittels einer Verbundfolie verklebt sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Leiterplatte nach dem Oberbegriff des Verfahrensanspruchs.

Die europäische Patentanmeldung 04 08 773 A1 enthält ein Verfahren zur Herstellung von gattungsgemäßen Leiterplatten, wobei an jedem flexibel zu gestaltenden Bereich aus der starren Isoliermaterialschicht vor dem Laminieren des Einzellagen-Verbundes ein in seinen Abmessungen mit diesem Bereich identisches Flächenstück herausgestanzt und sogleich danach als Füllstück auf umgekehrtem Wege in das Stanzfenster paßgenau wieder eingesetzt wird. Durch dieses Verfahren werden die Nachteile der bisher üblichen Trennfugen um den flexiblen Bereich herum bei der Fertigung vermieden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine starre und flexible Bereiche aufweisende Leiterplatte sowie ein Verfahren zu deren Herstellung anzugeben, bei der auf genau zu positionierende, flexible Isolierfolien und teilweise flexible Einzellagen und Klebeschichten verzichtet werden kann. Dabei soll der Lagenaufbau mit der geringstmöglichen Anzahl von Schichten auskommen und so homogen sein, daß eine große Dickenausdehnung bei hohen Temperaturen, eine hohe Wasseraufnahme sowie die geringe Klebefähigkeit von Isolationsfolien vermieden werden.

Der Verbund muß Lötbadbeständig sein, d. h. resistent gegen Temperaturen von mindestens 290°C innerhalb mindestens 20 s.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einer gattungsgemäßen Leiterplatte mit den kennzeichnenden Merkmalen des ersten Patentanspruchs sowie in einem Herstellungsverfahren mit den Kennzeichen des Verfahrensanspruchs. Im wesentlichen wird also anstelle der separaten Verbundfolien und der flexiblen Lagen nur eine Lage aus einem Vliesstoff- oder Papier-Prepreg vorgesehen, welches die Funktionen beider übernimmt.

Die starre Einzlage kann eine ein- oder zweiseitige Kupferfolienkaschierung besitzen. Das entfernbar, starre Füllstück im flexiblen Bereich wird ausgestanzt und sofort wieder eingesetzt, was zu einer fugendichten Ausfüllung des flexiblen Bereichs führt. Das starre Füllstück wird schaltungsseitig mit einer bei 290°C bis zu 20 s lang temperaturbeständigen Trennschicht, zum Beispiel einer PTFE-Schicht, versehen.

Auf die so ausgebildete starre Einzlage wird erfindungsgemäß zuerst ganzflächig ein Vliesstoff- oder Papier-Prepreg aufgelegt. Die Vliesstofffasern oder das Papier müssen dabei Lötbadbeständig sein, also Temperaturen bis zu 290°C mindestens 20 s lang überstehen können, ohne Schaden zu nehmen.

Das Vliesstoff- bzw. Papier-Prepreg ist beschichtet und imprägniert mit einem härtbaren Kunstharz, wobei aus der Vielzahl der hierzu zur Verfügung stehenden Polymersysteme diejenigen ausgewählt werden müssen, die die folgenden Anforderungen in ihrer Gesamtheit erfüllen:

- Temperaturbeständigkeit bis 290°C für mindestens 20 s,
- mit dem die starre Einzlage bildenden Werkstoff dauerhaft verklebbar, d. h. chemisch verwandte Polymersysteme,

– flexibel im ausgehärteten Zustand.

Eine solche Auswahl ist anhand der stets verfügbaren Datenblätter der Herstellerfirmen und in wenigen Fällen durch zusätzliche, einfache Vorversuche mühelos zu treffen. So wird man bei Verwendung der weit verbreiteten Einzellagen aus Epoxidglasartgewebe auf ein flexibel eingestelltes Epoxidacrylatharz auch als Imprägnierung/Beschichtung zurückgreifen. Es ist fertig im Handel erhältlich.

Mit ebenfalls gebräuchlichen Einzellagen, die aus einer Mehrzahl acrylatgebundener Vliesstoffschichten aufgebaut sind, verbindet sich am besten eine Imprägnierung und Beschichtung aus einem mit Melaminharz modifizierten, vernetzbaren Polyacrylatsystem, wie es vorliegt als das chemische Vernetzungsprodukt aus

- a) der 50%igen, wäßrigen Dispersion eines thermisch vernetzbaren Copolymerisats mit einer Glasübergangstemperatur von +33°C aus Acrylnitril und Styrol und aus,
- b) der 60%igen, wäßrigen, Methyolgruppen enthaltenden Lösung eines Amino- oder Phenoplast-Vorkondensats, in Verbindung mit
- c) rotem Phosphor mit einer Korngröße von 0,045 bis 0,10 mm und
- d) Ammoniumpolyphosphat mit einer Korngröße von 0,025 bis 0,075 mm,

wobei die Auftragsmenge (trocken) 30 bis 60 g/m<sup>2</sup> beträgt und das Verhältnis a : b (trocken) 10 : 0,8 bis 10 : 2,0, dasjenige von c : d 1 : 10 und das aus (a + b) und (c + d) 1 : 0,9 beträgt.

Weitere Polymersysteme, die die genannten Anforderungen für Imprägnier-Kunstharze erfüllen, sind ungesättigte Polyester mit Epoxidacrylat-Anteil, beschrieben in der europäischen Patentanmeldung EP-A 02 17 311, oder auch im Handel erhältliches vernetztes Polyesterharz. Jeweils ist die autogene Verklebbarekeit des Prepregs mit der zur Verfügung stehenden starren Einzlage zu prüfen, was jedoch dem Fachmann aufgrund seiner Kenntnisse bezüglich der chemischen Verwandtschaft von Polymerwerkstoffen keine Schwierigkeiten bereitet. Über das Prepreg wird ganzflächig eine duktile Kupferfolie gelegt, wie sie üblicherweise für flexible Basismaterialien Verwendung findet. Sodann wird der Verbund unter einem Druck von 10 bis 30 bar und einer Temperatur von 170 bis 200°C verpreßt, wobei das Prepreg die duktile Kupferfolie mit der starren Einzlage in den starren Bereichen verklebt, im später flexiblen Bereich jedoch wegen der Trennfolie nur mit der Kupferfolie. Da das starre Füllstück für den später flexiblen Bereich gemäß europäischer Patentanmeldung 04 08 773 A1 zuvor ausgestanzt wurde, sind die es umgebenden Fugen so eng, daß beim Laminieren ein Eindringen von flüssigem Harz aus dem Prepreg sicher verhindert wird.

Der starr-flexible Verbund kann nach den bekannten Methoden für starre Leiterplatten mit einem Leiterbild versehen und endbearbeitet werden. Nach dem Herstellen der Außenkontur läßt sich das starre Füllstück im flexiblen Bereich leicht entfernen, und die starr-flexible Leiterplatte in ihrer endgültigen Konfiguration ist fertig.

Der flexible Bereich besteht bei der fertigen Leiterplatte nur aus dem Vliesstoff- oder Papier-Prepreg mit aufgeklebten Leiterbildern; im ausgehärteten Zustand zeichnet sich diese Prepreg-Folie durch eine besonders

hohe Einreiß- und Weiterreißfestigkeit und eine so hohe Flexibilität aus, daß der flexible Bereich auch geknickt oder gefaltet werden kann, ohne zu brechen. Dies ist bei Prepregs mit Glasgewebe nicht möglich. Die fertige Leiterplatte enthält keine spezielle flexible Isolierfolie zwischen den Leiterbildern und der starren Basis; ebenso entfällt die separate Kleberschicht zwischen der die Leiterbahnen tragenden Folie und dem starren Material bzw. der Kupfer-Leiterbahnen.

Die das Leiterbild tragende Prepreg-Vliesstoff- oder -Papierschicht ist identisch mit dem Material, welches den flexiblen Bereich bildet. Die starr-flexible Leiterplatte zeichnet sich daher durch einen homogenen Lagenaufbau aus, wobei die bisherigen Nachteile entfallen, wie hohe thermische Dickenausdehnung, hohe Wasseraufnahme und geringe Klebefähigkeit bisher verwendeter Polyimidfolien. Der Lagenaufbau kommt mit der geringstmöglichen Anzahl von Schichten aus, auch die Zahl der Arbeitsschritte, insbesondere das aufwendige Positionieren von im flexiblen Bereich ausgesparten Folienstücken, entfällt.

In einer Weiterentwicklung der Erfindung können mehrere starre Einzellagen ausgestanzt und danach zu einer großen Tafel zusammengelegt werden. Danach werden ganzflächig schaltungsseitig der beschichtete und imprägnierte Vliesstoff bzw. ein solches Papier und darauf die duktile Kupferfolie gelegt. Das Verpressen kann in großen Laminieranlagen somit wirtschaftlich durchgeführt werden, und zwar deshalb, weil die Erfindung die Registrierung der Kupferfolie und des Prepregs relativ zur starren Einzellage unkritisch macht, da nur die starre Einzellage den Umfang der flexiblen Bereiche bestimmt.

Der flexible Bereich kann noch mit einer Deckfolie, vorzugsweise aus Polyimid, abgedeckt werden, was die mechanische Stabilität des flexiblen Teils weiter erhöht.

Man kann dabei so vorgehen, daß diese Deckfolie nicht schlüssig mit der Außenkontur des flexiblen Bereichs abschließt, sondern über die Außenkanten des imprägnierten/beschichteten Vliesstoffs oder Papiers 0,5 bis 1 mm übersteht. Die Einreißfestigkeit des flexiblen Teils wird somit durch die Kante der Deckfolie bestimmt, welche sich gewissermaßen an den Außenkanten der Leiterplatte "abstützt". Man erhält so zwei Effekte: Die Einreißfestigkeit des flexiblen Teils wird durch die Polyimid-Deckfolie bestimmt (sie ist höher als die Einreißfestigkeit des Vliesstoff- oder Papier-Preggs). Die Weiterreißfestigkeit – hingegen des flexiblen Teils – wird durch das Vliesstoff- oder Papier-Prepreg bestimmt, da dieser Wert höher ist als derjenige der Polyimid-Folie. Im Interesse einer sicheren Verklebung überragen die beiden den starren Bereichen zugewandten Kanten der Deckfolie diese Bereiche um jeweils mindestens 1 mm.

**Fig. 1** zeigt den Lagenaufbau des starr-flexiblen Verbundes vor dem Laminieren,

**Fig. 2** den starr-flexiblen Nutzen nach der Leiterbild-Strukturierung, von der flexiblen Seite, und

**Fig. 3** die starr-flexible Leiterplatte mit überstehender Deckfolie im flexiblen Bereich nach der Konturbearbeitung, von der flexiblen Seite her gesehen.

#### Die Bezugszeichen bedeuten

- 1 starre Einzellage
- 2 Fugen entlang der Trennungslinie zwischen starren Teilen und flexiblem Teil
- 3 starres Füllstück im flexiblen Bereich

- 4 Trennschicht auf dem Füllstück
- 5 Vliesstoff- oder Papier-Prepreg
- 6 Polyimid-Deckfolie
- 7 Überstand der Polyimid-Deckfolie 6 über die Außenkontur des flexiblen Teils 31
- 10 21 Kupferfolie, zugehörig der starren Einzellage 1
- 22 Duktile Kupferfolie, schaltungsseitig auf dem Prepreg
- 23 Lötaugen
- 24 Leiterbild
- 30 Konturen der starren Teile
- 31 Kontur des flexiblen Teils

Zunächst bei **Fig. 1** betrachtet. Die starre Einzellage 1 trägt eine einseitige Kupferkaschierung 21. Im flexiblen Bereich wurde ein Teilstück 3 ausgestanzt und paßgenau wieder eingesetzt. Die Fugen 2 entlang der Trennlinien zwischen den starren Teilen und dem flexiblen Teil sind völlig dicht. Das Teilstück 3 ist schaltungsseitig mit einer temperaturbeständigen Trennschicht 4 versehen worden. Auf die so bearbeitete starre Einzellage 1 wird zunächst ganzflächig das Vliesstoff- oder Papier-Prepreg 5 gemäß der Erfindung gelegt.

Darüber wird, ebenfalls ganzflächig, eine duktile Kupferfolie 22 aufgebracht.

In **Fig. 2** sieht man, wie die flexible Seite von dem ausgehärteten Vliesstoff- oder Papier-Prepreg 5 gebildet wird. Die Leiterbilder 24 auf dieser Seite verlaufen über die starren und flexiblen Bereiche hinweg. In den starren Bereichen befinden sich die durchkontakteierten Lötaugen 23. Die Konturbearbeitung erfolgt durch Fräsen oder Stanzen entlang der Kontur 30 der starren Teile und der Kontur 31 des flexiblen Teils. Nach der Konturbearbeitung kann das Füllstück 3 wegen der bereits vorhandenen Trennfugen 2 leicht entfernt werden.

Nach der Konturbearbeitung (**Fig. 3**) wird zur Verstärkung des flexiblen Bereichs eine Polyimid-Deckfolie mit der Kontur 6 so auflaminiert, daß sie mindestens 1 mm über die Außenkontur 31 des flexiblen Teils hinaus zum jeweils starren Bereich übersteht. Somit kann die Folie 6 mit den starren Bereichen beidseitig verklebt werden. Die beiden nicht den starren Bereichen zugewandten Kanten der Deckfolie 6 überragen die Kante 31 des flexiblen Teils zweckmäßig um 0,5 bis 1 mm (Überstand 7).

#### Patentansprüche

1. Starr-flexible Leiterplatte, bei der die Leiterstrukturen tragenden starren und flexiblen Lagen mittels einer Verbundfolie verklebt sind, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der separaten Verbundfolien und der flexiblen Lagen nur eine Lage aus mit
  - an sich bekanntem Harzsystem aus ungesättigten Polyesterharzen auf der Basis von Bisphenol und Epoxidacrylatharzen oder
  - dem chemischen Vernetzungsprodukt aus
    - a) der 50%igen, wäßrigen Dispersion eines thermisch vernetzbaren Copolymerisats mit einer Glasübergangstemperatur von +33°C aus Acrylnitril und Styrol und aus
    - b) der 60%igen, wäßrigen, Methylolgruppen enthaltenden Lösung eines Amino- oder Phenoplast-Vorkondensats, in Verbindung mit
    - c) rotem Phosphor mit einer Korngröße

von 0,045 bis 0,10 mm und

d) Ammoniumpolyphosphat mit einer Korngröße von 0,025 bis 0,075 mm, wobei die Auftragsmenge (trocken) 30 bis 60 g/m<sup>2</sup> beträgt und das Verhältnis a : b 5 (trocken) 10 : 0,8 bis 10 : 2,0, dasjenige von c : d 1 : 10 und das aus (a + b) und (c + d) 1 : 0,9 beträgt,

imprägniertem, temperaturbeständigem, ausgehärtetem Vliesstoff oder Papier vorgesehen ist, wobei 10 diese Einzellage sowohl die Funktion der flexiblen Lage als auch der Verbundfolie übernimmt.

2. Verfahren zur Herstellung einer starr-flexiblen Leiterplatte, wobei vor dem Laminieren des Einzellagen-Verbundes am jeweils flexibel zu gestaltenden Bereich aus der oder den starren Lagen (1) ein in seinen Abmessungen mit diesem Bereich identisches Füllstück (3) herausgestanzt und sogleich danach paßgenau wieder eingesetzt wird und danach eine durchgehende, hochduktilen Kupferfolie (22) 20 schaltungsseitig mittels einer Verbundfolie auf die Einzellage (1) oder den Einzellagen-Verbund geklebt und nach dem Ätzen der Leiterstrukturen das Füllstück (3) entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Belegen mit der Kupferfolie (22) 25 im später flexiblen Bereich das Füllstück (3) schaltungsseitig mit einer bis 290°C/20 s beständigen Trennschicht (4) belegt wird und anschließend ein mit einer Imprägnierung gemäß Anspruch 1 versehener, temperaturbeständiger Vliesstoff oder ein 30 solches Papier (5) direkt und vollflächig schaltungsseitig auf die gesamte starre Einzellage (1) aufgelegt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

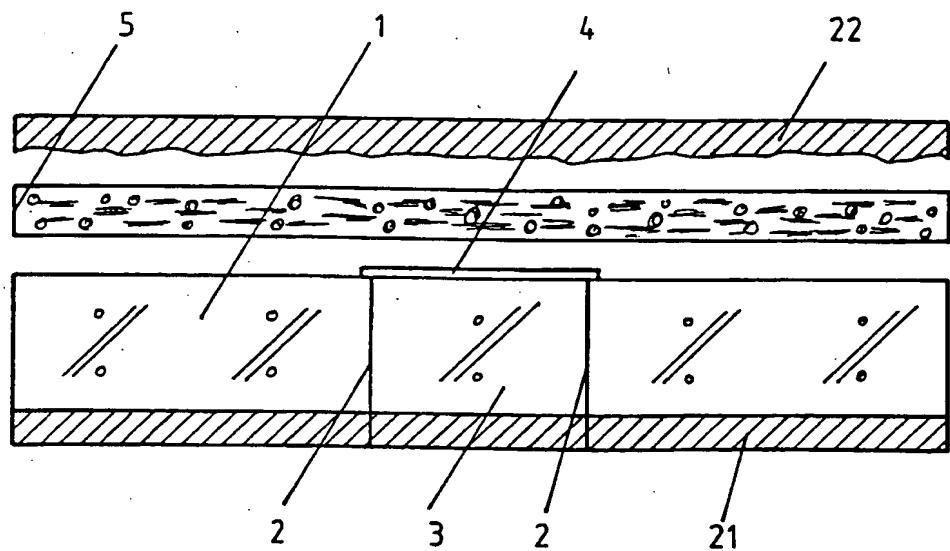


Fig. 2

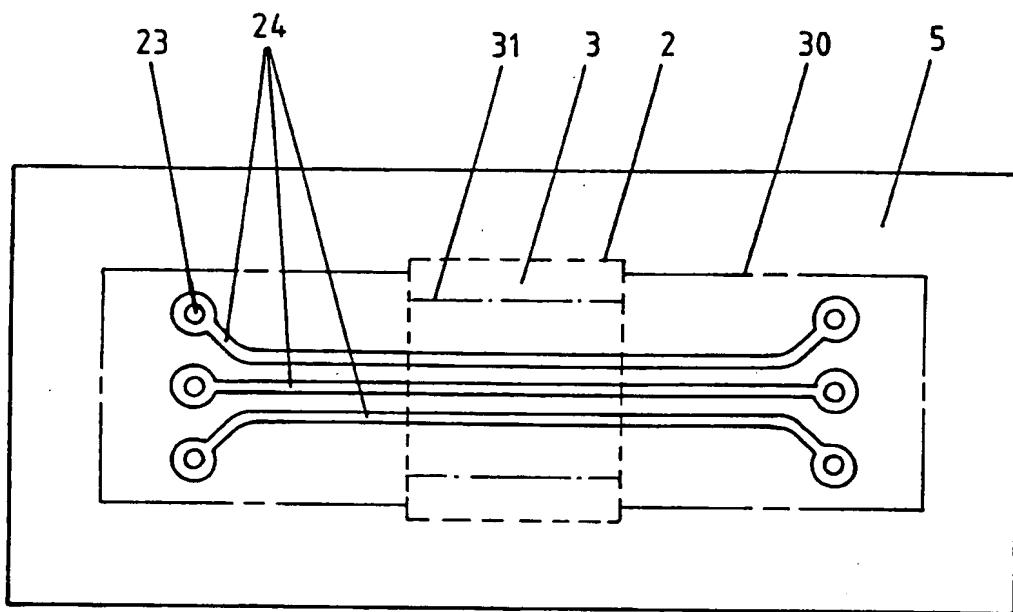


Fig. 3

